

**Soldatov Yevgeniy Aleksandrovich** – Military-Medical Academy named after S.M. Kirov; e-mail: gunid@mil.ru; 194044, St. Petersburg, Lebedeva 6; phone: +78122923448; honored doctor of Russian Federation, assistant professor; colonel of medical corps; professor.

**Yudin Andrey Borisovich** – State scientific-research experimental institute of military medicine of Ministry of Defense of Russian Federation; e-mail: gunid@mil.ru; 195043, St. Petersburg, Lesoparkovaya, 4; phone: +78125273961; cand. of med. sc.; colonel of medical corps; center head.

**Zhigalov Aleksandr Anatolevich** – Headquarters of scientific-research activity and technological accompaniment of advanced technologies (innovation researches) of Ministry of Defense of Russian Federation; e-mail: gunid@mil.ru; 119160, Moscow; phone: +74953335469; lieutenant colonel of medical corps; chief expert.

**Starikov Sergey Mikhaylovich** – cand. of med. sc.; colonel of medical corps, head of department.

УДК 621.371

**А.В. Шевырев, Ю.В. Невзоров, П.Н. Пименов, И.А. Фомина, С.А. Пронин**

**АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ  
В УСЛОВИЯХ ПРЕДНАМЕРЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЕРХКОРОТКИХ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИМПУЛЬСОВ**

*Приведен краткий обзор достижений в области робототехники национального и мирового уровня. Указаны основные сферы применения робототехнических комплексов и перспективы развития. Приведены примеры робототехнических комплексов некоторых видов, как воздушных, так и наземного базирования, предназначенных для выполнения широкого спектра задач двойного назначения. Раскрыта проблема необходимости обеспечения устойчивого функционирования комплексов в условиях преднамеренного электромагнитного воздействия. Отдельным видом электромагнитного воздействия выделено сверхкороткоимпульсное электромагнитное излучение. Указаны его отличительные поражающие способности. Указаны механизм воздействия такого импульса на средства обработки информации. Приведена сравнительная оценка влияния на средства узкополосной, широкополосной и сверхширокополосной радиосвязи. Приведен обзор нормативных документов, регламентирующих требования к устойчивости, методам испытаний, положения по защите средств автоматизированных систем, а также требования к средствам обнаружения и средствам защиты от преднамеренного электромагнитного воздействия. Раскрыта необходимость проведения испытаний робототехнических комплексов на воздействие сверхкороткоимпульсного электромагнитного излучения. Представлено описание, разработанного в АО «МНИРТИ», комплекса воздействия сверхкороткоимпульсного электромагнитного излучения, который предназначен для проведения испытаний на преднамеренное электромагнитное воздействие такого вида. Указаны характеристики и особенности построения комплекса воздействия. Комплекс воздействия позволяет определять критические параметры поля при блокировании и искажении обрабатываемой информации, а также при физическом повреждении элементов в устройствах обработки данных и информационно-командных системах, за счет возможности гибкого изменения амплитуды воздействующего поля и частоты следования импульсов при одновременном измерении поля в точке воздействия.*

*Робототехнические комплексы; сверхкороткий электромагнитный импульс; устойчивость функционирования; защита*

A.V. Shevyrev, Yu.V. Nevzorov, I.A. Fomina, P.N. Pimenov, S.A. Pronin

**THE ANALYSIS OF STABLE FUNCTIONING A NEW GENERATION  
ROBOTIC SYSTEMS IN MAN-MADE ULTRASHORT ELECTROMAGNETIC  
PULSES**

*This article gives a brief overview of progress in the field of national and world level robotics. It is shown the key applications and future development of robotic systems. In this article indicated examples of some species robotic systems both air and ground-based, intended for wide range of dual-use applications. The problem of ensure sustainable functioning of the systems in terms of intentional electromagnetic influence was solved in this article. The supershort pulses of electromagnetic radiation was allocated in a separate type of electromagnetic effect. It was shown its distinctive lethality. It was shown mechanisms influence of such a pulse on the information processing means. It was shown a comparative assessment of the impact on the narrow-band, broadband and ultra-wideband radio tools. It was overviewed of normative documents regulating the stability requirements, test methods, provisions for the protection of automated systems and requirements to means of detection and protection against intentional electromagnetic influences. It revealed the need for testing on the effects of robotic systems over short pulse of electromagnetic radiation. It was shown the description, developed by JSC "MNIRTI" complex influence over the short pulse of electromagnetic radiation, which is designed to test for intentional electromagnetic interference of this kind. These characteristics and features of the source impact construction. The complex influence allows to determine the critical parameters of the field in blocking and distortion of information processed, as well as physical damage to items in the data processing devices and information and command system, due to the possibility of flexible changes affecting the field amplitude and pulse repetition frequency while measuring the field at the point of impact.*

*Robotic systems; ultrashort electromagnetic pulses; stable functioning; protection.*

**Введение.** В настоящее время прогресс робототехники в мире, в частности робототехнических комплексов, связан с необходимостью освоения новых областей деятельности человека, а также потребностью широкой автоматизации современного производства, направленной на резкое повышение его эффективности.

Развитие робототехники приводит к использованию его во всех сферах жизнедеятельности. Она опирается на такие дисциплины, как электроника, механика, информатика, а также радиотехника и электротехника. Выделяют строительную, промышленную, бытовую, авиационную и экстремальную (военную, космическую, подводную) робототехнику.

Под управлением роботом понимается решение комплекса задач, связанных с адаптацией робота к кругу решаемых им задач, программированием движений, синтезом системы управления и её программного обеспечения.

По типу управления робототехнические системы подразделяются на:

1. Биотехнические:
  - 1.1. командные (кнопочное и рычажное управление отдельными звеньями робота);
  - 1.2. копирующие (повтор движения человека, экзоскелеты);
  - 1.3. полуавтоматические (управление одним командным органом);
2. Автоматические:
  - 2.1. программные (функционируют по заранее заданной программе, в основном предназначены для решения однообразных задач в неизменных условиях окружения);
  - 2.2. адаптивные (решают типовые задачи, но адаптируются под условия функционирования);
  - 2.3. интеллектуальные (наиболее развитые автоматические системы);
3. Интерактивные:

3.1. автоматизированные (возможно чередование автоматических и биотехнических режимов);

3.2. супервизорные (автоматические системы, в которых человек выполняет только целеуказательные функции);

3.3. диалоговые.

В развитии методов управления роботами огромное значение имеют достижения технической кибернетики и теории автоматического управления.

К настоящему времени роботы продолжают дополнять и иногда заменять людской труд как в опасных видах деятельности, так и в повседневной жизни [22]. Так в России на сегодняшний день ведутся такие разработки как:

- ◆ применение воздушных робототехнических комплексов для мониторинга и ликвидации чрезвычайных ситуаций на примере системы «ИРКУТ-МЧС» [8];
- ◆ развитие военных мобильных робототехнических комплексов наземного базирования [17];
- ◆ мобильный робототехнический комплекс гранатометного взвода мотострелкового батальона [20];
- ◆ мобильный многоцелевой робототехнический комплекс по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на ядерных объектах [19];
- ◆ развитие антропоморфных шагающих роботов для экстремальных условий [18].

Примером совместных разработок с международными компаниями можно выделить:

- ◆ робототехнический комплекс (РТК) разминирования MV-4 Центра спасательных операций. РТК разминирования MV-4 включает в себя:
  - собственно РТК разминирования MV-4 с переносным пультом дистанционного управления
  - аэромобильное средство технического обеспечения.

РТК MV-4 предназначен для очистки местности от всех типов противопехотных мин, неразорвавшихся снарядов и очистке местности от растительности, а также проделывания проходов и расчистки завалов. Противопехотные мины уничтожаются воздействием цепного инструмента. Он представляет собой набор цепей на валу из закаленной стали с молотками, которые прикреплены к свободному концу цепи. Во время проведения работ по разминированию вал вращается и молотки ударяют о землю, разбивают или активируют заложенные мины.

Аэромобильное средство технического обеспечения робототехнического комплекса разминирования MV-4 Предназначено для доставки до места работ и эвакуации РТК разминирования MV-4:

- ◆ миниатюрный робот-разведчик "Скаут" ООО «Интерспецтек»

"Скаут" предназначен для выполнения задач визуальной разведки в ходе выполнения специальных операций на открытых пространствах и внутри помещений. Конструктивно робот представляет собой ударопрочную самодвижущуюся конструкцию, в которую встроена широкоугольная видеокамера день/ночь с инфракрасной подсветкой для работы в абсолютной темноте. Оператор по радиоканалу управляет движением робота, при этом за счет высокой мощности и отдельного привода на правое и левое колесо устройство способно преодолевать препятствия, двигаться с большой скоростью, останавливаться, поворачиваться в сторону или крутиться на месте.

- ◆ аэромобильный многофункциональный робототехнический комплекс компании Cobham (по заказу МЧС).

Аэромобильный многофункциональный робототехнический комплекс, созданный по заказу МЧС компанией Cobham включает в себя:

- ◆ многоцелевой автомобиль технической поддержки - пункт управления TEL630-L;
- ◆ мобильный робототехнический комплекс TeleMAX;
- ◆ мобильный робототехнический комплекс Teodor.

TeleMAX производят с 2008 года. Предназначен для замены людей в особо опасных ситуациях для разведки местности, помещений и объектов транспорта; поиска, перемещения и контейнерирования предметов массой до 5 кг.

Telemax применяется совместно с роботом Teodor, является меньшим по размеру роботом для обезвреживания боеприпасов в ограниченных пространствах. Telemax может открывать полки в самолетах, автобусах или поездах. Он отличается высокой мобильностью, может проходить через 500 мм препятствия.

Мобильный робототехнический комплекс "Teodor". РТК "Teodor" предназначение аналогичное "TeleMAX". Программируемые 6-осные манипуляторы, автоматическая замена инструментов, встроенная система диагностики и параллельное управление 5 дисрапторов:

- ◆ мобильный робот на базе инсектоморфного шасси компании EYERA (экспериментальная платформа для разработки боевого роботизированного стрелкового комплекса)

Экспериментальная мобильная платформа, предназначенная для отработки алгоритмов управления шагающим движением для разработки мобильного боевого роботизированного стрелкового комплекса. Планируется применение разработанного шасси на основе шагающей платформы, включающей в себя:

- ◆ лафет для размещения автоматического стрелкового оружия калибра 7,62 или 12,7 мм с боевомплектом до 50 патронов;
- ◆ прицельно-навигационную систему;
- ◆ систему управления движением;
- ◆ систему управления огнем и перезарядкой [21].

**1. Сверхкороткое электромагнитное излучение.** Параллельно с развитием робототехники совершенствуются новые виды электромагнитного оружия. Одним из таких видов является сверхкороткое электромагнитное излучение (СК ЭМИ).

Как отмечалось ранее во многих публикациях [12, 13, 16] основной особенностью СК ЭМИ является ширина его спектра от сотен МГц до единиц ГГц с приблизительно равномерным заполнением. Длительность такого импульса составляет порядка 150 пс. Импульс генерирует в пространстве шумоподобный сигнал, что делает его трудно обнаружимым. За счет ширины спектра такой сигнал с легкостью проникает в приемные тракты систем радиосвязи по основным и побочным каналам приема. Здесь так же следует отметить сравнительно небольшую затрачиваемую энергию на генерацию таких импульсов, компактность и легкость переносимых устройств СК ЭМИ.

Сверхкороткий электромагнитный импульс, ввиду своей широкой полосы излучения и относительно постоянной спектральной плотности мощности, оказывает различное влияние на разные системы связи при одних и тех же энергетических характеристиках. С учетом сопоставления спектров можно сделать вывод о разных степенях влияния сверхкороткого электромагнитного импульса на средства связи, в порядке убывания: сверхширокополосные средства связи; широкополосные средства связи; узкополосные средства связи. Это справедливо при влиянии одиночных импульсов или импульсов, следующих с частотой, много меньшей несущей частоты, подверженных воздействию, устройств.

СК ЭМИ, также можно рассмотреть, как всплеск электромагнитной энергии, который при воздействии на проводящие структуры может вызывать, при определенных условиях, наводки соизмеримые по длительности воздействию излучению. При этом, принимая во внимание соизмеримость длительности символосо-

державших импульсов современных средств обработки информации с наводимыми импульсами от СК ЭМИ, можно сделать вывод и об угрозе сбоев в системах управления в робототехнических комплексах, при воздействии его на аппаратные части, что доказано в ряде экспериментов, проводимых в АО «МНИРТИ». Принимая во внимание дискретный характер последовательности сверхкоротких электромагнитных импульсов, потенциальная степень влияния на цифровые средства связи выше, чем на аналоговые, при этом для оценки степени влияния необходимо учитывать, кроме степени спектрального перекрытия, перекрытие во временном интервале.

При конструировании робототехнических комплексов, предназначенных для выполнения ответственных задач, необходимо предусматривать защиту, а также ряд испытаний, в том числе и от возможного воздействия СК ЭМИ, являющегося относительно новым видом электромагнитного воздействия и обладающего рядом отличий от традиционного СВЧ воздействия и импульсного воздействия с большей длительностью импульса.

Показано, что технология СК ЭМИ имеет достаточно широкую область применения в различных областях. При этом отмечено, что развитие вычислительных систем характеризуется постоянным увеличением числа решаемых задач и повышением их сложности, расширением интеллектуальных и адаптивных возможностей [9, 12, 13, 15, 16].

В России ведутся работы по созданию системы национальных стандартов в области защиты информации от преднамеренных электромагнитных воздействий (ПД ЭМВ).

При Федеральной службе по техническому и экспортному контролю РФ (ФСТЭК) сформирован технический комитет по стандартизации «Защита информации» (ТК 362). Этим комитетом разрабатывается целевая система стандартов по защите от ПД ЭМВ. Доклады по состоянию работ по стандартизации в области ПД ЭМВ регулярно делают на симпозиумах по ЭМС Мануэль Уик и Уильям Радаски, председатель ТК77С в МЭК [6].

В 2007 г. данная угроза включена в состав ГОСТ Р 50922-2007, содержащий термины, определения и перечень факторов, воздействующих на информацию.

На настоящее время разработаны следующие стандарты, в которых рассмотрена проблема преднамеренного воздействия на автоматизированные системы.

- ◆ ГОСТ Р 52863-2007 «Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Испытания на устойчивость к преднамеренным силовым электромагнитным воздействиям. Общие требования». ГОСТ устанавливает:
  - ◆ требования устойчивости к ПД ЭМВ;
  - ◆ степени жесткости испытаний;
  - ◆ методы испытаний.
- ◆ ГОСТ Р 51317.1.5-2009 «Совместимость технических средств электромагнитная. Воздействия электромагнитные большой мощности на системы гражданского назначения. Основные положения». Стандарт дает общее введение в данную область деятельности, термины и определения, а также содержит сведения об электромагнитных воздействиях большой мощности, их влиянии на системы гражданского назначения и методах защиты систем от электромагнитных воздействий большой мощности.
- ◆ ГОСТ Р 56103-2014 «Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Организация и содержание работ по защите от преднамеренных силовых электромагнитных воздействий. Общие положения».

- ◆ ГОСТ Р 56093-2014 «Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Средства обнаружения преднамеренных силовых электромагнитных воздействий. Общие требования».

Стандарт распространяется на:

- ◆ средства обнаружения преднамеренных силовых электромагнитных воздействий на технические средства автоматизированных систем в защищенном исполнении, предназначенные для извещения (и/или определения параметров) об электромагнитных воздействиях, которые могут привести к уничтожению ТС АС или нарушению их функционирования;
- ◆ аппаратные и аппаратно-программные средства обнаружения преднамеренных силовых электромагнитных воздействий на автоматизированные системы в защищенном исполнении, извещающие о силовых электромагнитных воздействиях, определяющие их параметры, на этапах разработки, изготовления и эксплуатации таких средств обнаружения.
- ◆ средства обнаружения преднамеренных силовых электромагнитных воздействий, рассмотренных в ГОСТ Р 52863.

В 2015 вступили в действие:

- ◆ ГОСТ Р 56115-2014 «Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Средства защиты от преднамеренных силовых электромагнитных воздействий. Общие требования» [1–5, 14].

Таким образом, создаваемая система национальных стандартов по защите информации от преднамеренных электромагнитных воздействий открывает широкие перспективы для практического решения вопросов повышения безопасности информации и объектов информатизации в Российской Федерации.

Исходя из анализа структуры и принципа построения рассматриваемых РКТ, можно сделать вывод, что уязвимой системой, при воздействии электромагнитного излучения, является система управления.

Система управления, являясь основной составной частью информационно-управляющей системы РТК, обеспечивает выработку закона управления исполнительными устройствами робота и формирование управляющих сигналов [22]. Так, современные вычислители, являющиеся ядром систем управления и контроля робототехнических комплексов, которые все в большей степени оснащаются электронными элементами, которые более чувствительны к электромагнитным воздействиям. Повышение степени интеграции элементной базы электроники, и, как следствие, снижение электрической прочности отдельных компонентов аппаратуры, приводит к снижению устойчивости системы управления комплексов к воздействию электромагнитных факторов различного происхождения, в том числе и сверхкоротких электромагнитных импульсов [7].

В результате вышесказанного можно сделать вывод о необходимости рассмотрения вопроса защиты разрабатываемых комплексов от перспективного воздействия.

**2. Комплекс воздействия СК ЭМИ.** В АО МНИРТИ разработан комплекс для тестирования устойчивости робототехнических комплексов.

В отличие от имеющихся в России средств воздействия СК ЭМИ, разработанный в АО «МНИРТИ» многофункциональный комплекс СК ЭМИ обеспечивает значительно большую энергетику воздействия на объекты поражения. Отличие от аналогичных классических СВЧ-устройств состоит в существенно большей мощности воздействия при сопоставимых или меньших массогабаритных характеристиках.

Технический результат достигается тем, что в методе создания комплекса воздействия сверхкороткоимпульсного электромагнитного излучения с высокой частотой повторения используется вариант структуры излучающего комплекса,

составленного из многих синхронно работающих излучателей малой мощности и многоэлементных антенных систем (антенных решеток). На рис. 1 изображен 1 из 64 антенных модулей комплекса.

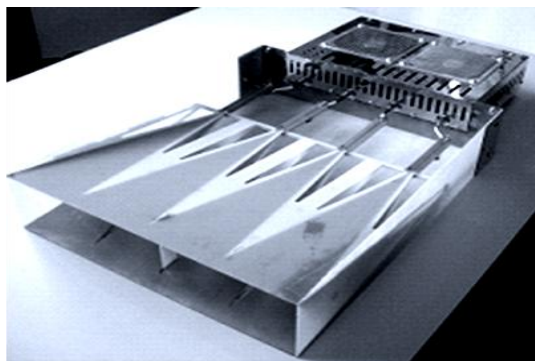


Рис. 1. Антенный модуль

Общее управление комплексом осуществляется от компьютерного блока, в качестве которого обычно используются серийные ПК с усиленной помехозащищенностью. Задача компьютерного блока - задать рабочие режимы комплекса: определить частоту работы, амплитуду поля, межканальные задержки и др., что обеспечивается специальным программным обеспечением управления комплексом.

Команды от компьютерного блока подаются по оптической линии связи к процессору блока управления. В обратном направлении от процессора к компьютерному блоку передаются данные о рабочих параметрах комплекса.

Блок управления по команде от компьютерного блока устанавливает необходимые рабочие режимы и подает на генераторные блоки импульсы запуска.

Измерение напряженности СК ЭМИ в точке нахождения испытываемого объекта производится с помощью преобразователя импульсного электромагнитного поля ИППЛ-Л и осциллографа (рис 3). С помощью этих же средств, производится предварительная настройка по синхронизации всех каналов излучения комплекса.

#### 1. Назначение комплекса

Проведение испытаний различных устройств на воздействие СК ЭМИ с целью оценки их устойчивости.

Определение критичных параметров СК ЭМИ при блокировании и искажении передаваемой информации в РКТ.

Определение критичных параметров СК ЭМИ при блокировании работы и физическом повреждении элементов в устройствах обработки данных и информационно командных системах.

#### 2. Состав

- ◆ стойка питания и управления (рис. 3);
- ◆ излучающая система (рис. 2);
- ◆ ПК с программой управления комплексом (рис. 3).

#### 3. Особенность построения комплекса воздействия

Комплекс имеет 64 независимых канала излучения, при синхронизированной работе всех каналов достигается максимум амплитуды напряженности излучаемого поля.

Имеются возможности управления положением максимума излучения в пространстве, формирования пакетов импульсов для исследования специфических влияний, в том числе на узкополосные средства связи.

#### 4. Основные характеристики

Излучение:

- длительность импульса 150 пс
- напряженность поля на расстоянии 100 м от комплекса при частоте следования импульсов 1 МГц–10 МГц 1 кВ/м
- при частоте следования 50 МГц 0,25 кВ/м

Питание:

- напряжение 380 В (3 х - фазное питание)
- потребляемая мощность, приблизительно 24 кВт

Управление:

- ◆ с помощью панели управления на блоке синхронизации и управления;
- ◆ с помощью ПК со специальным ПО с передачей команд по оптоволокну;
- ◆ ручная синхронизация каналов излучения с фиксацией параметров в памяти;
- ◆ гибкое изменение частоты повторения импульсов;
- ◆ гибкое изменение напряженности излучаемого поля;
- ◆ внешняя синхронизация частоты следования импульсов [10, 11].



Рис. 2. Излучающая система



Рис. 3. Стойка питания и управления, излучающая система, осциллограф, ПК, преобразователь импульсного электромагнитного поля

**Заключение.** Интенсивное развитие робототехнических комплексов в мире и их значимость в различных областях, а также развитие новых видов электромагнитного оружия, приводит к необходимости рассмотрения вопроса защиты и устойчивого функционирования комплексов при воздействии сверхкоротких электромагнитных импульсов.



Разработанный в АО «МНИРТИ» комплекс воздействия СК ЭМИ позволяет обеспечивать:

- ◆ проведение экспериментальных исследований влияния СК ЭМИ на различные радиоэлектронные устройства;
- ◆ оценку критических параметров излучения (напряженность поля и частота повторения импульсов) при которых наступают изменения штатного функционирования исследуемых устройств;
- ◆ оценку потенциального радиуса действия источников СК ЭМИ на различные радиоэлектронные устройства;
- ◆ проведение экспериментальных исследований на малых расстояниях при сравнительно малых напряженностях поля, с аппроксимацией на большие расстояния, а также исследования на реальных расстояниях при большей напряженности излучаемого поля, при использовании мобильного варианта исполнения.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 52863-2007. Защита информации Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Испытания на устойчивость к преднамеренным силовым электромагнитным воздействиям. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2007. – 34 с.
2. ГОСТ Р 56103-2014. Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Организация и содержание работ по защите от преднамеренных силовых электромагнитных воздействий. Общие положения. – М.: Стандартинформ, 2015. – 20 с.
3. ГОСТ Р 56093-2014. Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Средства обнаружения преднамеренных силовых электромагнитных воздействий. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 34 с.
4. ГОСТ Р 56115-2014. Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Средства защиты от преднамеренных силовых электромагнитных воздействий. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 46 с.
5. ГОСТ Р 51317.1.5-2009. Совместимость технических средств электромагнитная. Воздействия электромагнитные большой мощности на системы гражданского назначения. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2009. – 36 с.
6. *Кечиев Л.Н., Балюк Н.В.* Зарубежные военные стандарты в области ЭМС / под ред. Л.Н. Кечиева. – М.: Грифон, 2014. – 448 с.
7. *Пименов П.Н.* Метод оценки помехоустойчивости средств широкополосного радиодоступа к воздействию сверхкоротких электромагнитных импульсов: дис. ... канд. техн. наук: 05.12.13. – М., 2015. – 133 с.
8. *Тодосейчук С.П., Переяслов А.Н., Моржин А.М.* Концепция применения воздушных робототехнических комплексов для мониторинга и ликвидации чрезвычайных ситуаций на примере системы «Иркут-МЧС»// Технологии гражданской безопасности. – 2006. – Т. 3, № 1. – С. 48-56.
9. *Фомина И.А., Михайлов В.А., Рязановский Т.Л.* Устойчивость каналов передачи данных бортовой системы управления современных беспилотных летательных аппаратов к воздействию сверхкоротких электромагнитных импульсов И // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. – 2013. – № 1, 2. – С. 72-76.
10. *Фомина И.А., Пименов П.Н., Мырова Л.О. и др.* Заявка на получение патента на изобретение № 2015103784 от 05.02.2015 «Многоканальный комплекс воздействия сверхкороткоимпульсного электромагнитного излучения с высокой частотой повторения на наземные широкополосные линии радиосвязи». – 12 с.
11. *Фомина И.А., Пименов П.Н., Мырова Л.О. и др.* Заявка на получение патента на изобретение № 2015101351 от 20.01.2015 «Способ воздействия СК ЭМИ на средства широкополосной радиосвязи на основе формирования последовательности сверхкоротких электромагнитных импульсов». – 11 с.
12. *Brauer F., Sabath F., Haseborg J. and at all.* Susceptibility of IT network systems to interferences by НРЕМ, Electromagnetic Compatibility. – EMC. – IEEE International Symposium. – 2009. – P. 237-242.

13. *Hidenori Sekiguchi, Shinji Seto, Ikuya Minematsu. The Malfunction and Immunity limit of Information technology equipment under HPEM environments // 20th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility. – EMC. – Zurich. – 2009.*
14. IEC/TR 61000-3-7(2008) Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3–7: Limits – Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems. – 65 p.
15. K.81 (11/2009) High-power electromagnetic immunity guide for tele-communication systems. Режим доступа: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=K>, свободный. – Загл. с экрана.
16. *Radasky W.A. Protection of commercial installations from the high-frequency electromagnetic threats of HEMP and IEMI using IEC standards // Proceedings 2010 Asia-Pacific Symposium on Electromagnetic Compatibility (APEMC). – 2010. – P. 758-761.*
17. Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2013. Режим доступа: <http://www.engjournal.ru/articles/413/413.pdf>.
18. *Ковальчук А.К., Семенов Е.С., Кулаков Д.Б., Горина Г.Ю. История и развитие антропоморфных шагающих роботов как нового класса робототехнических средств для экстремальных условий // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2006. – № 12. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-i-razvitiie-antropomorfnih-shagayuschih-robotov-kak-novogo-klassa-robototekhnicheskikh-sredstv-dlya-ekstremalnyh-usloviy>.*
19. *Ложкарев В. Технический проект. Мобильный многоцелевой робототехнический комплекс по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на ядерных объектах. Режим доступа: <http://nsportal.ru/ap/library/nauchno-tekhnicheskoe-tvorchestvo/2013/12/28/> [tekhnicheskiiy-proekt-mobilnyy-mnogotselovoy](http://nsportal.ru/ap/library/nauchno-tekhnicheskoe-tvorchestvo/2013/12/28/).*
20. *Мосиенко С. Мобильный робототехнический комплекс гранатометного взвода мотострелкового батальона. Режим доступа: <http://www.arms-expo.ru/analytics/perspektivnye-razrabotki/mobilnyy-robototekhnicheskiiy-kompleks-granatometnogo-vzvoda-motostrelkovogo-batalona>.*
21. Наземные роботизированные комплексы на выставке "Комплексная безопасность 2013" (1 часть). Режим доступа: <http://trof-av.livejournal.com/15205.html>.
22. Основы робототехники. Режим доступа: <http://neuronus.com/robo/47-teoriya/635-chast-1-osnovy-robototekhniki.html>.

#### REFERENCES

1. GOST R 52863-2007. Zashchita informatsii Avtomatizirovannye sistemy v zashchishchennom ispolnenii. Ispytaniya na ustoychivost' k prednamerennym silovym elektromagnitnym vozdeystviyam. Obshchie trebovaniya [State Standard R 52863-2007. Data protection Automated systems in the protected execution. The test for resistance to intentional power electromagnetic influences. General requirements]. Moscow: Standartinform, 2007, 34 p.
2. GOST R 56103-2014. Zashchita informatsii. Avtomatizirovannye sistemy v zashchishchennom ispolnenii. Organizatsiya i sodержание rabot po zashchite ot prednamerennykh silovykh elektromagnitnykh vozdeystviy. Obshchie polozheniya [State Standard R 56103-2014. The protection of information. Automated systems in the protected execution. The organization and content of protection from intentional power electromagnetic influences. General provisions]. Moscow: Standartinform, 2015, 20 p.
3. GOST R 56093-2014. Zashchita informatsii. Avtomatizirovannye sistemy v zashchishchennom ispolnenii. Sredstva obnaruzheniya prednamerennykh silovykh elektromagnitnykh vozdeystviy. Obshchie trebovaniya [State Standard R 56093-2014. The protection of information. Automated systems in the protected execution. Detection of intentional electromagnetic force who-action. General requirements]. Moscow: Standartinform, 2015, 34 p.
4. GOST R 56115-2014. Zashchita informatsii. Avtomatizirovannye sistemy v zashchishchennom ispolnenii. Sredstva zashchity ot prednamerennykh silovykh elektromagnitnykh vozdeystviy. Obshchie trebovaniya [State Standard R 56115-2014. The protection of information. Automated systems in the protected execution. Protection from intentional power electromagnetic actions. General requirements]. Moscow: Standartinform, 2015, 46 p.
5. GOST R 51317.1.5-2009. Sovmestimost' tekhnicheskikh sredstv elektromagnitnaya. Vozdeystviya elektromagnitnye bol'shoy moshchnosti na sistemy grazhdanskogo naznacheniya. Osnovnye polozheniya [State Standard R 51317.1.5-2009. Electromagnetic compatibility of technical equipment. Of influence of the electromagnetic high power for civilian purposes. The main provisions]. Moscow: Standartinform, 2009, 36 p.

6. *Kechiev L.N., Balyuk N.V.* Zarubezhnye voennye standarty v oblasti EMS [Foreign military standards for EMC], Ed. by L.N. Kechieva. Moscow: Grifon, 2014, 448 p.
7. *Pimenov P.N.* Metod otsenki pomekhoustoychivosti sredstv shirokopolosnogo radiodostupa k vozdeystviyu sverkhkorotkikh elektromagnitnykh impul'sov: dis. ... kand. tekhn. nauk [A method of evaluating noise immunity of broadband funds radiodoc-blunt to the influence of ultrashort electromagnetic pulses. Cand. of eng. sc. diss.]: 05.12.13. Moscow, 2015, 133 p.
8. *Todoseychuk S.P., Pereyaslov A.N., Morzhin A.M.* Kontseptsiya primeneniya vozdushnykh robototekhnicheskikh kompleksov dlya monitoringa i likvidatsii chrezvychaynykh situatsiy na primere sistemy «Irkut-MChS» [The concept of the use of aerial robotic systems for monitoring and liquidation of emergency situations on the example of system "Irkut-MOE"] *Tekhnologii grazhdanskoj bezopasnosti* [Technologies of civil security], 2006, Vol. 3, No. 1, pp. 48-56.
9. *Fomina I.A., Mikhaylov V.A., Ryazanovskiy T.L.* Ustoychivost' kanalov peredachi dannykh bortovoy sistemy upravleniya sovremennykh bespilotnykh letatel'nykh apparatov k vozdeystviyu sverkhkorotkikh elektromagnitnykh impul'sov I [The stability of data transmission channels on-Board system management of modern unmanned aerial vehicles to the effects of ultrashort electromagnetic pulses And], *Sistemy i sredstva svyazi, televideniya i radioveshchaniya* [Systems and means of communication, television and radio broadcasting], 2013, No. 1, 2, pp. 72-76.
10. *Fomina I.A., Pimenov P.N., Myrova L.O. i dr.* Zayavka na poluchenie patenta na izobrenenie № 2015103784 ot 05.02.2015 «Mnogokanal'nyy kompleks vozdeystviya sverkhkorotkoimpul'snogo elektromagnitnogo izlucheniya s vysokoy chastotoy povtoreniya na nazemnye shirokopolosnye linii radiosvyazi» [The application for a patent on the image-a preference for no 2015103784 from 05.02.2015 "Multichannel complex impact sverko-accomplished electromagnetic radiation with a high repetition rate on-line terrestrial broadband radio"], 12 p.
11. *Fomina I.A., Pimenov P.N., Myrova L.O. i dr.* Zayavka na poluchenie patenta na izobrenenie № 2015101351 ot 20.01.2015 «Sposob vozdeystviya SK EMI na sredstva shirokopolosnoy radiosvyazi na osnove formirovaniya posledovatel'nosti sverkhkorotkikh elektromagnitnykh impul'sov» [The application for a patent on the image-a preference for no 2015101351 from 20.01.2015 "the influence of SC AMY on media wide-band radio communication on the basis of formation of a sequence of ultrashort electromagnetic pulses"], 11 p.
12. *Brauer F., Sabath F., Haseborg J. and at all.* Susceptibility of IT network systems to interferences by HPEM, Electromagnetic Compatibility. EMC. IEEE International Symposium. 2009, pp. 237-242.
13. *Hidenori Sekiguchi, Shinji Seto, Ikuya Minematsu.* The Malfunction and Immunity limit of Information technology equipment under HPEM environments, *20th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility*. EMC. Zurich, 2009.
14. IEC/TR 61000-3-7(2008) Electromagnetic compatibility (EMC). Part 3–7: Limits – Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems, 65 p.
15. K.81 (11/2009) High-power electromagnetic immunity guide for tele-communication systems. Available at: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=K>.
16. *Radasky W.A.* Protection of commercial installations from the high-frequency electromagnetic threats of HEMP and IEMI using IEC standards, *Proceedings 2010 Asia-Pacific Symposium on Electromagnetic Compatibility (APEMC)*, 2010, pp. 758-761.
17. Vestnik MGTU im. N.E. Baumana [Herald of the Bauman Moscow State Technical University], 2013. Available at: <http://www.engjournal.ru/articles/413/413.pdf>.
18. *Koval'chuk A.K., Semenov E.S., Kulakov D.B., Gorina G.Yu.* Istoriya i razvitie antropomorfnykh shagayushchikh robotov kak novogo klassa robototekhnicheskikh sredstv dlya ekstremal'nykh usloviy [The history and development of the anthropo-polymorphic walking robot as a new class of robotic tools for extreme extreme conditions], *Nauka i obrazovanie: nauchnoe izdanie MGTU im. N.E. Baumana* [Science and education: scientific periodical of the Bauman Moscow State Technical University], 2006, No. 12. Rezhim dostupa: <http://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-i-razvitie-antropomorfnyh-shagayuschih-robotov-kak-novogo-klassa-robototekhnicheskikh-sredstv-dlya-ekstremalnykh-usloviy>.

19. *Lozhkarev V.* Tekhnicheskii proekt. Mobil'nyy mnogotsel'evoy robototekhnicheskii kompleks po likvidatsii posledstviy chrezvychaynykh situatsiy na yadernykh ob"ektakh [The technical project. Multi-purpose mobile robotic complex for liquidation of consequences of emergencies at nuclear facilities]. Available at: <http://nsportal.ru/ap/library/nauchno-tehnicheskoe-tvorchestvo/2013/12/28/tehnicheskii-proekt-mobilnyy-mnogotsel'evoy>.
20. *Mosienko S.* Mobil'nyy robototekhnicheskii kompleks granatometnogo vzvoda motostrelkovogo batal'ona [Mobile robotic complex grenade launcher platoon, motorized rifle battalion]. Available at: <http://www.arms-expo.ru/analytics/perspektivnye-razrabotki/mobilnyy-robototekhnicheskii-kompleks-granatometnogo-vzvoda-motostrelkovogo-batalona>.
21. Nazemnye robotizirovannye komplekсы na vystavke "Kompleksnaya bezopasnost' 2013" (1 chast') [Ground robotic systems at the exhibition "Integrated security 2013" (part 1)]. Available at: <http://trof-av.livejournal.com/15205.html>.
22. Osnovy robototekhniki [Fundamentals of robotics]. Available at: <http://neuronus.com/robo/47-teoriya/635-chast-1-osnovy-robototekhniki.html>.

Статью рекомендовала к опубликованию д.т.н., профессор Л.О. Мырова.

**Шевырев Александр Владимирович** – Акционерное Общество «Московский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский радиотехнический институт»; e-mail: [astra@mnirti.ru](mailto:astra@mnirti.ru); 109028, Москва, Большой Трехсвятительский переулок 2/1; тел.: +74959170990; д.т.н.; профессор; член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки РФ.

**Невзоров Юрий Витальевич** – e-mail: [astra@mnirti.ru](mailto:astra@mnirti.ru); к.т.н.

**Пименов Павел Николаевич** – e-mail: [p.pimenov@mnirti.ru](mailto:p.pimenov@mnirti.ru); к.т.н.

**Фомина Ирина Андреевна** – e-mail: [irina.a.fomina@mail.ru](mailto:irina.a.fomina@mail.ru); к.т.н.

**Пронин Святослав Александрович** – e-mail: [astra@mnirti.ru](mailto:astra@mnirti.ru); тел.: +74959170990.

**Shevyrev Alexandr Vladimirovich** – JSC "Moscow order of the red banner of labor scientific research institute of radio engineering"; e-mail: [astra@mnirti.ru](mailto:astra@mnirti.ru); Bolshoi Trehsvyatitel'skii lane 2/1, Moscow, 109028, Russia; phone: +74959170990; dr. of eng. sc.; professor.

**Nevezorov Yurii Vital'evich** – e-mail: [astra@mnirti.ru](mailto:astra@mnirti.ru); cand. of eng. sc.

**Pimenov Pavel Nikolaevich** – e-mail: [p.pimenov@mnirti.ru](mailto:p.pimenov@mnirti.ru); cand. of eng. sc.

**Fomina Irina Andreevna** – e-mail: [irina.a.fomina@mail.ru](mailto:irina.a.fomina@mail.ru); cand. of eng. sc.

**Prinin Svyatoslav Alexandrovich** – e-mail: [astra@mnirti.ru](mailto:astra@mnirti.ru); phone: +74959170990.